

長崎豪雨時の全壊住宅居住者について ——その2. 土砂災害からの避難行動と被害——

花 井 徳 寶*

Human Behaviors from Geologic Hazards during the Nagasaki Heavy Rain of 23 July 1982

Tokuhou HANAI

Abstract

Comprehensive studies are carried out to evaluate quantitatively regional vulnerabilities against geologic hazards: most of geologic hazards in this heavy rain having nearly equal in scale, the regional vulnerabilities against them can be substituted for the number of them in unit area, and the occurrence of them can be estimated from the discriminant functions with topographic factors: catchment area, available relief, vegetation, slope inclination, etc. Then on this disaster the human damages, the affairs relating to evacuations, etc., are got by the questionnaire to residents, whose houses have been completely destroyed by geologic hazards. Finally behaviors of above mentioned residents are intended to explain by a quantification theory through such primary factors as house damages, a refuge instruction, etc.

It is concluded as follows.

- (1) In each region, the number of completely destroyed houses (H_c) can be evaluated from a regression equation ($H_c = 1.1 \times D_h^{0.14} \times D_g^{0.30}$), which is expressed using such variables as the total number of houses (D_h), and the number of geologic hazards (D_g).
- (2) The mortality of the region, where the ratio of completely destroyed houses to total houses (H_c/D_h) is calculated above 10 percent, has a tendency to increase. In these region, education and training for disaster prevention needs to be given home tenants, and refuge instruction in the first stage of an emergency is necessary to reduce to human damages.
- (3) The regions, where the aforesaid house' ratio is calculated larger than 2.5%, needs to prepare for refuge-places and escape-routes in an emergency.
- (4) An evacuation leading to a reduction in mortality, it is desirable that dwellers investigate ordinarily possible evacuations and escape-routes seeming to be safe from geological hazards.

1. はじめに

1982年7月の長崎豪雨については、被害状況、組織・住民の対応などの調査研究がすでに数多く行われているので、本研究に関連するもののうち主なものを挙げる。まず、土砂崩壊の実態、物的被害に関連する報告

では、伊勢田等¹⁾が、地形情報・土地利用形態などを要因として数量化II類で解析し、土石流の発生に貢献する条件を説明した。同種の調査研究としては他に、棚橋等²⁾、樽木等³⁾がある。阿部⁴⁾は斜面崩壊発生 の主要 因として、降雨強度、土地利用形態、地質を挙げた。伊勢田等⁵⁾は通常 の安定計算で安全率2以上の緩斜面

*建築学科助教授
1988年10月31日受付

も浸透水圧を考慮すると解析上崩壊にいたり、19、20日の先行降雨が被災当日の崩壊時間を早めたと推測した。同種のものには、山田等⁹⁾がある。また、建築物の被害については、小森等⁷⁾が災害種類別、構造種類別に状況説明し、事例を挙げて作用した外力の大きさを推測した上で、被害を避けるために必要な建築物の敷地選定条件を提案した。そして、洪水災害では、白砂⁸⁾、宮原⁹⁾の地下室の浸水被害とその復旧過程などを報告したものもある。このように、土砂崩壊に関連する報告はその発生条件に関するものが多く、土砂崩壊が及ぼす建築物被害も、状況説明あるいは個別にその破壊力を推測するに止まっている。そして、土砂崩壊のおこりやすさとその建築物被害に及ぼす影響についての報告は見当たらないので、この関係を明らかにすることは、残された課題といえる。

主として、組織・住民の対応に関連する報告では、岡林等¹⁰⁾が、災害が集中したあとの後続期間であっても適切な処置で人的被害の軽減が可能であるとし、災害対策本部の通信手段が一般電話回線であったため、ふくそうによって災害情報の収集や関係機関への連絡が円滑になされなかったなどとした。しかし、住民の対応と人的被害との関係の記述は見当たらない。東京大学新聞研究所¹¹⁾は、災害情報の伝達体制が充分でなく災害対策本部の状況認知の的確性を欠き、これが避難指示等の対応の遅れにつながったとした。そして、洪水災害地の調査¹²⁾からは、災害発生中のそれを含めても避難率は低く、避難場所も公共の建築物が少なく、近所の家が半数を越えたなどとした。これらは、洪水では住宅の全壊例が少なく、二階への避難で安全な場合がほとんどであるという実態例を反映しているのかもしれない。今本等^{13),14)}は、土砂災害地と洪水災害地とで調査を行い、水防意識の高い場合には公的な避難指示、自治会などの避難勧誘が避難行動に有効であったとし、避難指示および避難勧誘いずれも入手した者の避難率が情報孤立者に比して多いとした。しかし、この避難率は災害事後の避難を含めた結果についての解釈である。ところで、土砂災害では崩壊等の発生前に避難が行われなければ、人的被害はむしろ避けられないと見るべきであり、避難命令、避難勧誘の避難行動に対する有効性や水防意識の効果はとくに発生前の避難率について検討されるべきであろう。

一般に、避難行動は人的被害軽減のためであり、最大の人的被害は土砂災害によるといえ、そして、そのほとんどを在宅者で占めている。また、豪雨に対する

土地素因の脆弱性や多大な住宅被害等が予想されれば住民の危険度判断と意識が対応行動を促す方向に作用するのは確かであろうし、対応にも依存するが同じ避難率であれば上記被害が多くなるほどその人的被害も大きくなろう。それゆえ、豪雨による被害をその発生地域の特長性として終わらせず、さらに一般性を持たせるかたちで、人的被害軽減を目標とする今後の防災対策立案に役立たせるためには、人的被害が最大の土砂崩壊について、その発生のし易さと住宅被害との関係を定量的な指標で示すこと、および、この指標を含む複数の要因の相互作用としての対応行動、人的被害を考察することが重要となろう。また、土砂崩壊によって全壊した住宅にとどまっていた人々が人間の生死に関わる最もクリティカルな状態にいたといえ、こういう人達からのアンケート結果に基づけば避難行動時の問題点がより鮮明になると考えられる。

そこで、本研究は、

- 1) 土砂崩壊の発生のし易さと住宅被害との関連性を定量的に評価すること
- 2) そして、自宅周辺の土砂崩壊の発生のし易さやその他の関連要因が、生死に関わる最もクリティカルな状態にいた全壊住宅在宅者の本災害発生前の対応行動、あるいは、その人的被害に及ぼす影響について考察すること

を目的としている。

2 地域の土砂崩壊の発生のし易さと住宅被害

1) 解析に用いる地域の広さ

本豪雨では土砂災害による死者が約9割にのぼり¹⁵⁾、そのほとんどが在宅者である（この数字は、避難先での被害者を含む）。人的被害にいたるまでの在宅者の対応は自宅周辺や避難経路上の溪流、がけの危険度の認識、避難勧告・指示など影響要因相互の作用で決まるであろう。よって、本章の地域の広さは土砂崩壊の規模と住民の行動範囲の両面から考えなければならない。

本災害で最大規模の土砂崩壊は芒塚町で発生し、その崩壊溪流の流域面積の合計は0.3km²であり、流出土砂量は54,000m³¹⁵⁾と多量にのぼるものの崩壊部と堆積部の面積を加えても0.05km²と狭かった。そして、昭和56年12月現在の長崎市における町丁目別面積の平均値は0.71km²である¹⁶⁾。また、本豪雨では土砂災害地住民には防災本部から避難勧告や指示は発令されていない^{11),15)}ものの自治会役員などによる自主的な避難の呼び掛けがなされている。災害後の自主防災組織の育成計画で

は、その規模は自治会、町内会を単位¹⁷⁾としている。

そこで、土砂崩壊の発生率や住宅（住家）の被害率を算出する広さは、少なくとも崩壊渓流斜面が1箇所そっくり含まれる程度の大きさ0.3km²が必要であろう。そして、住民の対応行動を考察する広さは自主的な避難の呼び掛けがゆきわたる自治会の班程度が妥当と思われる。これらを考え合わせると、長崎市の地盤調査時¹⁸⁾のメッシュ750m×750m(約0.56km²)は、上述の0.3ないし0.71km²の範囲に含まれるので、本報ではこのメッシュをそのまま用いている。

2) 土砂崩壊発生状況

本豪雨によって発生した災害のうち土石流・斜面崩壊、いわゆる土砂崩壊の分布概要を、図-1に示す。この図は、市都市計画課提供の豪雨被災状況図(1/

25,000)^{15),19)}と、1/8,000航空写真とを参考にした。被災状況図に、未記入の崩壊のある場合は、これを書き加えている。この地図をメッシュに区切ってから、メッシュ毎に土砂崩壊件数を数えている。各メッシュに含まれる土砂崩壊件数は単位面積当たりのそれに換算して表示する^{19),20)}。図-1ではこの件数の多いメッシュほど黒くなるように表示している。なお、このときに数えてた崩壊は、いわゆる1/25,000の地図で判読可能な集水域をもつ、非常に小さな斜面あるいは溪流（一次溪流に相当）の崩壊であり、その面積はごく小さい。なかには、格子点近くにあつて幾つかのメッシュにわたるものもあるが、その場合には崩壊頂部に近く、崩壊面積の2/3以上が含まれるメッシュでの崩壊として数えている。

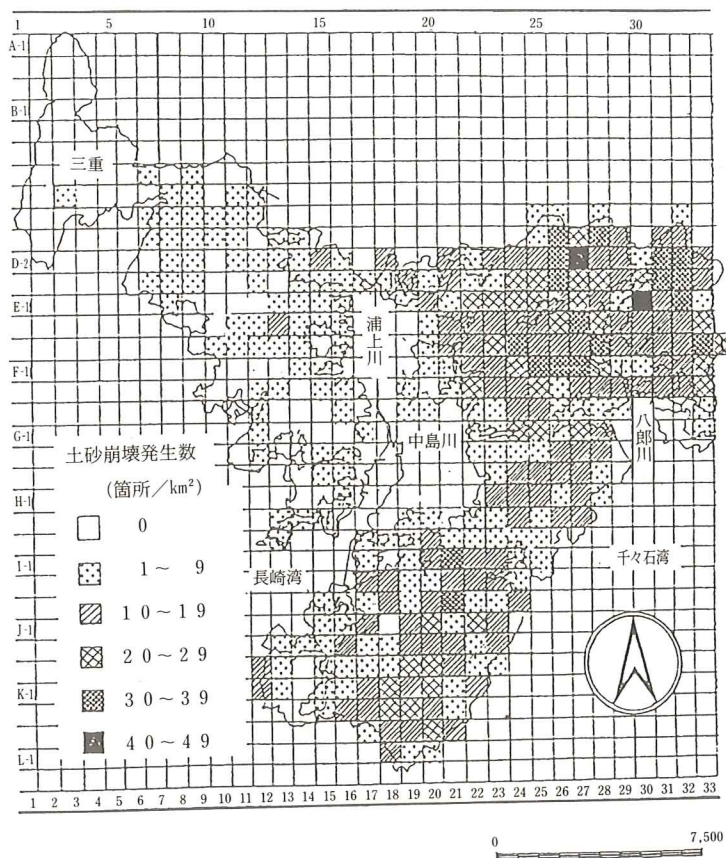


図-1 土砂崩壊分布図

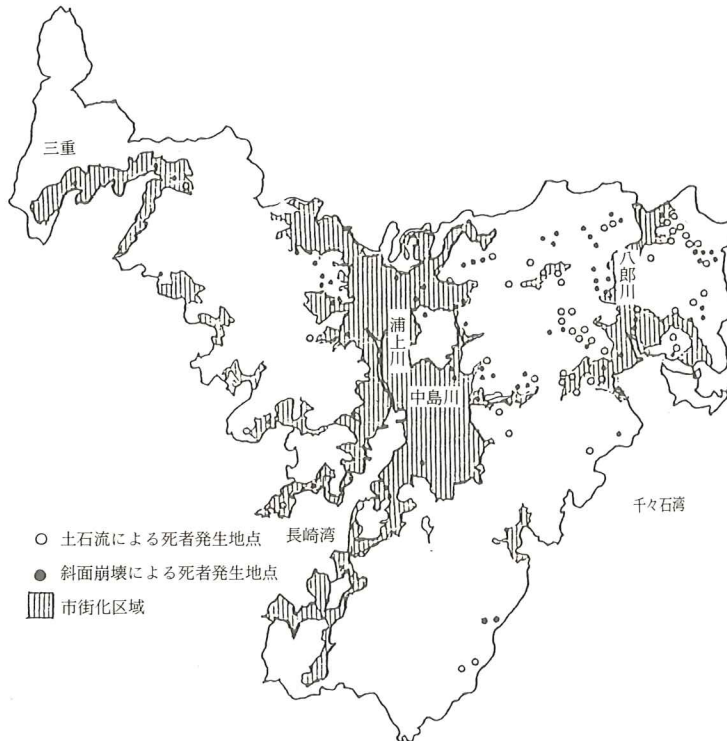


図-2 土砂崩壊による死者発生地

図-1によると、土砂崩壊の分布はかなり広範囲にわたっているものの、概略的には八郎岳(K₁-17)と猪見岳(C₁-24)に連なる山地を境にその分布状況が重なっている。すなわち、三重地区、低地の浦上川・中島川周辺地区では土砂崩壊が少なく、とくに八郎川、茂木(I₂-23)周辺地区の千々石湾側では土砂崩壊が多い。そして、このような土砂崩壊による死者発生地を、図-2に土石流によるものを○印で、斜面崩壊によるものを●印で示す。そして、市街化区域を縦線のハッチングパターンで示す²¹⁾と図-2から、岡林等¹⁰⁾が指摘しているように、市街化区域の周辺に死者発生地が分布していることが分る。図-1と図-2とを併せてみると、単位面積(1km²)当たりの土砂崩壊発生数が10以上のメッシュに死者発生地が多く分布する傾向がある。

3) 土砂崩壊による住宅の被害状況

建築面積、延べ面積、建蔽率などの建築条件が比較的揃っているのは一戸建て専用住宅である。しかし、地形図上では、納屋、倉庫などは住宅と同じ表示であり、区別できない。そこで、対象とする住宅は、住宅地図に記載され、1家屋に1世帯主の氏名が記載して

あるものとし、集合住宅、商店や病院(住宅の付属するもの)などはその中に含まない。しかし、商店でも屋号の他に一世帯分の姓名が記入してある規模の小さなものは一戸建て住宅の中に含めている。この住宅の正確な位置は、1980年測図の1/5,000の地図と1981年の住宅地図とを照合して確めた。なお、1/5,000の地図に住宅がない場合でも、住宅地図に1家屋1世帯主の氏名のあるものについては、対象住宅に含めた。

文献15)、22)には、被災した建物として、全壊447棟(住宅が398棟)、半壊768棟(住宅734棟)、他に一部損壊などが掲載されている。しかし、このリストの全壊住宅には、戸建てではないアパート10、リストの住所に建築物がなく位置不明が38棟ある。また、筆者の全壊基準(建て直されたあるいは柱の過半数が折損した住宅を全壊とする)に合致しない建築物が8棟ある。そこで、全壊住宅として位置がはっきりするのは342棟となる。半壊住宅では、戸建てではないアパート・社員寮が14、だぶって数えられたものが18あり、リストの住所に建築物が無く、地図上で位置不明が41ある。すなわち、半壊住宅としてその位置が明確となるのは、661棟である。そこで、本章では対象とする被災住宅を、

全壊342棟、半壊661棟としている。また、単位面積(1 km²) 当たりに換算した一戸建て住宅の存在棟数は、一戸建て住宅をメッシュ毎に数え、これをメッシュ面積で割り算して求めている。同様に、単位面積当たりの換算被害(全壊、あるいは、半壊の) 住宅棟数を求めることができる。以下、住宅被害率とは1 km²あたりの住宅総件数に対する被害住宅棟数の割合をいう。

図-3に土砂崩壊による全壊住宅の分布状況図を示す。図-1とあわせてみると、土砂崩壊の多さと単位面積当たりの全壊住宅数とは対応しない。これは、前述の被害は人為的施設(この場合住宅)がある密度で存在しなければあり得ないことを示しているに過ぎない。

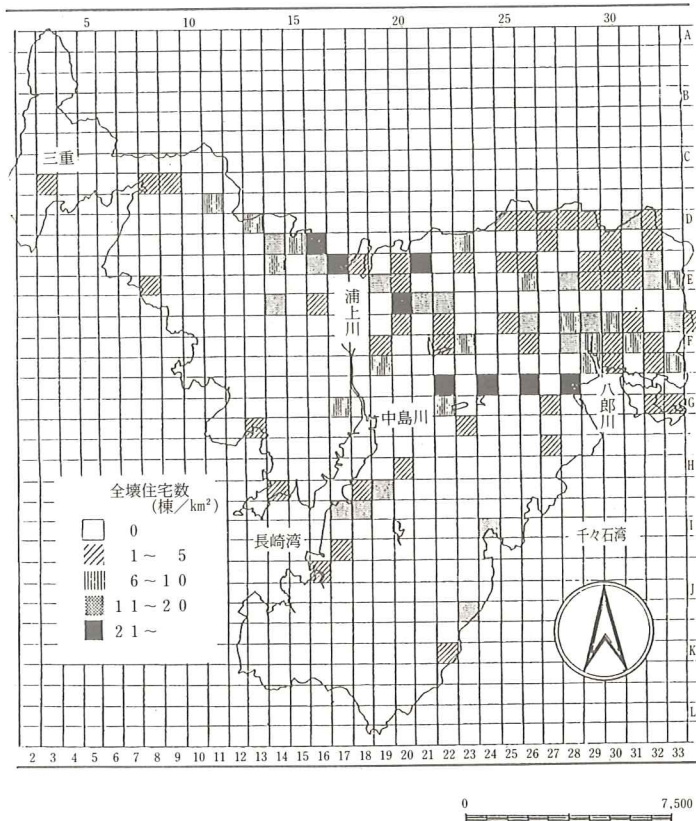


図-3 土砂崩壊による全壊住宅分布図

4) 地域の土砂崩壊発生率と住宅被害率の関係

ミクロな立地条件を考慮しないとすれば、土砂崩壊により被災した住宅棟数は、主として、住宅の密集度と土砂崩壊(土石流と斜面崩壊)の発生密度により規定されるはずである。そこで、用いるデータは本章2の2), 3)のを用いる。すなわち、長崎豪雨時の土砂崩壊発生数は豪雨被災状況図および航空写真により判読した数であり、土砂崩壊により被災した一戸建て住宅棟数は被害家屋リストに基づいて行った調査数、一戸建て住宅の存在棟数は長崎豪雨前後の住宅地図から得た数である。これらを上述の750m×750mのメッ

シュ毎に数えてから1 km²あたりに換算して、単位面積当たりの土砂崩壊発生数(土砂崩壊の発生密度)、単位面積当たりの被害住宅棟数、単位面積当たりの一戸建て住宅の存在棟数(住宅の密集度)を得ている。

また、地震災害時には、被害率の分子として、(全壊棟数)+0.5×(半壊棟数)がよく用いられ、この被害率は地盤震度とも対応している。本土砂災害の場合も同様に考えると、地震時と豪雨時とは住宅の崩壊形態や全壊と半壊住宅の比率などが異なるので、半壊住宅にかかる係数は別に考える必要があろう。そこで、(全壊住宅棟数)+ α ×(半壊住宅棟数)のかたち

で考察していくことにする。解析では、対数をとって線型解析し、単位面積当たりの被害住宅棟数を最も効率良く説明する式を求める。しかし、式中に未定係数 α が含まれるために非線型となって解けないので、 α を0から1.0まで0.1ずつ変化させていく。そうすると、 α が0のとき統計的に最もよく説明付けられた。よって、住宅の密集度と土砂崩壊の発生密度により規定される被害住宅は全壊住宅だけとなる。

そこで、

(単位面積当たりの全壊住宅棟数) = $1.1 \times$

(単位面積当たりの一戸建て住宅存在棟数) $^{0.14} \times$

(単位面積当たりの土砂崩壊発生数) $^{0.30}$

が得られる。この解析では、ダービンワトソン比が1.8と2より小さく、F検定による誤差の確率が0.024(データ数94, F検定量3.9)となるので、この関係式は単位面積当たりの全壊住宅棟数を上記変数で十分説明できるといえる。そして、住宅密度、土砂崩壊発生密度が増えると、単位面積当たりの全壊住宅棟数が増えるので、特長的にもよく説明できるといえる。次いで、単位面積当たりの住宅被害率は、上式の単位面積当たりの全壊住宅棟数を住宅密度で割り算して得られる。

表—1 長崎市の変朽安山岩地域における
土石流発生解析結果

相 関 比 0.39, 判別点-0.0097
総ケース数 305, 的中率 82%

要因	カテゴリー	数量	判別効率 の 順 位
1. 起 伏 量 (m)	100未満	0.0178	2
	100以上 200未満	-0.0214	
	200以上	-0.0697	
2. 集水面積 (アール)	250未満	0.0232	1
	250以上 500未満	-0.0409	
	500以上 1000未満	-0.101	
	1000以上	-0.143	
3. 植生の 状況	自然林	0.0047	3
	針葉樹林	-0.0015	
	畑・荒地他	-0.0112	

なお、土砂崩壊発生数は、表—1の土石流の発生に関する判別式²³⁾,あるいは、斜面崩壊のそれ²¹⁾により推測でき、この判別式は地形的特徴を説明要因として含んでいる。それゆえ、方法論的には上記判別式と同様な実験式を用いることによって、一般に豪雨時の住宅の全壊棟数を推測できるといえよう。すなわち、崩壊の発生が推測できると、その規模までは不明であるが、豪雨時の土砂崩壊に対する土地素因(例えば、地形・地質など)のおおよその抵抗力がその発生数の多少から判断され、土砂崩壊に対する住宅被害(住宅全壊率)は住宅密度、土砂崩壊発生密度で評価できる。あるいは、豪雨時の土地素因の脆弱性(土砂崩壊の発生のし易さ)の評価は本節で求めた住宅全壊率で可能といえる。

3. 土砂崩壊の発生のし易さと人的被害・避難行動

1) 死者発生とこれに関わるいくつかの条件

死者の発生と深い関わりを持つ要因として、過去の被害経験・避難経験の有無、避難時のリーダーの有無、避難勧告の有無、避難状況等が挙げられよう。そして、これら個々の要因別では、その避難行動と人的被害に及ぼす影響について、すでに報告した²⁴⁾。また、前述のように、土砂崩壊や住宅被害等が多大になると予想されれば住民の危険度判断と意識が対応行動を促す方向に作用するのは確かであろうから、文献24)の続編である本報告では、上述の文献24)の要因に「調査世帯周辺地域の土砂崩壊に対する発生のし易さ」をさらに加え、要因の相互作用としての対応行動、人的被害を考察する。

調査世帯周辺地域の土砂崩壊の発生のし易さは前章の住宅全壊率に換算する。「過去に被害経験あり」、「過去に避難経験あり」は長崎豪雨より前に被害、あるいは、避難を経験していたことを、「リーダーあり」は世帯主が在宅していたこと、もしくは、積極的に避難を勧めた人がいたことを、また「避難勧告あり」は消防団員、警察署員からの避難の指示、隣人、自治会役員、マスメディアから避難の呼び掛けがなされたことをいう。そして、避難状況に示してある「全員避難した」は、全壊した時点では、住家から在宅者全員がすでに避難先に避難していたことをいう。

これらの要因のうち主なものの単純集計結果²⁴⁾を表—2に示す。そして、表—2における主な要因相互の相関係数を、表—3に示す。そして、表—2の「全員

避難した」には避難の完了していない避難途中の2世帯を加え、避難状況「一部避難していた」は3例と非常に少ないので解析対象から除いている。さらに、相関係数の高い要因が含まれれば誤判別率を下げられないので、表-3の相関係数が0.40と比較的大きい被害

経験と避難経験の場合では避難経験の方を削除している。また、カテゴリ間のケース数がバランスを欠く場合、相関比あるいは的中率は低くなるので、数値データの住宅全壊率の各カテゴリはそのケース数がほぼ同程度となるように区分している。

表-2 死者の発生状況とその関連要因

被害状況	過去の被害経験		過去の避難経験		避難時のリーダー		避難勧告		避難状況		
	有	無	有	無	有	無	有	無	全員した	しなかった	一部がした
死者発生世帯(%)	5 (14)	73 (34)	2 (29)	76 (31)	57 (30)	21 (38)	6 (21)	69 (33)	9 (17)	68 (35)	2 (67)
その他の世帯(%)	31 (86)	140 (66)	5 (71)	166 (69)	136 (71)	35 (63)	23 (79)	141 (67)	43 (83)	127 (65)	1 (33)
計	36	213	7	242	193	56	29	210	52	195	3
	p* < 0.05		n.s		n.s		n.s		p* < 0.05		

表-3 死者発生にかかわる要因間の相関係数

関連要因	住宅の全壊率	過去の被害経験	避難時のリーダー	避難勧告	避難経験	避難の有無	死者発生の有無
住宅の全壊率	1.0						
過去の被害経験	0.17	1.0					
避難時のリーダー	0.04	0.01	1.0				
避難勧告	0.08	0.04	0.08	1.0			
避難経験	0.07	0.40	0.02	0.06	1.0		
避難の有無	0.02	0.06	0.02	0.31	0.08	1.0	
死者発生の有無	0.20	0.16	0.09	0.08	0.05	0.15	1.0

そうすると、数量化II類^{(25),(26)}による人的被害発生要因の分析結果は、表-4のようになる。なお、表-2と表-4とで集計数が異なるが、これは数量化II類では、関連要因の回答の中に一つでも空白のある場合にはそのケースが除かれるためである。

表-4ではその相関比は0.10である。この分析のあてはまりのよさを、的中率で示すと57%となる。この値が高いとはいえないが、式的意味あいを検討していく。この解析では判別点をゼロ、死者発生世帯の側がカテゴリウェイトを正、死者が発生しない(その他)の側はカテゴリウェイトを負で示しているのので、死者を発生させない方向(人的被害軽減)に有効なカテゴリ-は、住宅全壊率10%未満、被害経験あり、リーダーあり、避難勧告あり、避難したとなる。そして、判別への貢献度は偏相関係数が大きい程高くなるので、その順位は住宅全壊率、避難の有無、被害経験の有無、……となる。これらのカテゴリ-には、常識的判断に

よくあった効き方が認められる。すなわち、土砂災害に対する住宅の全壊率が10%以上になると死者の発生する世帯が増加するが、リーダーが積極的に対応して、被害経験を生かし、避難行動を起こすことが人的被害を軽減できると読めよう。

表-4 数量化II類による死者発生要因分析結果
相関比0.10

関連要因	度数	カテゴリウェイト	偏相関係数
住宅の全壊率			0.19
0-2.5%未満	68	-0.52	
2.5-10%未満	86	-0.37	
10%以上	82	0.81	
過去の被害経験			0.15 (0.148)
有	33	-1.16	
無	203	0.19	
避難時のリーダー			0.10
有	182	-0.17	
無	54	0.59	
避難勧告			0.02
有	29	-0.15	
無	207	0.02	
避難の有無			0.15 (0.154)
した	51	-0.96	
しなかった	185	0.26	

つぎに、避難状況のうち一部避難したを避難したに組み入れて分析しても、その結果はほとんど変わらない。被害経験と避難経験とを入れ換えて解析を行えば相関比がさらに低くなり、分析の意味は小さくなる傾向にある。また、表－４の要因に、避難経験を加えて分析すると、その偏相関係数は要因の中で一番小さく、寄与の度合いも低くなる。なお、住宅全壊率を要因から除くと、相関比が0.066、的中率が50%をわって41%となり、解析の意味が失われる。

さらに、市の対策本部が設置されたのは20時30分であり、その直後の20時50分に避難勧告文が作成されたが低地の洪水地域を対象としており、広報も22時前に1台の広報車を使って行われた¹¹⁾。20時40分の県警本部からの早期避難の呼び掛けは21時過ぎになって放送局に伝わったがその内容も低地を対象とするもので

あった^{11),15)}。これらのことが、表－２の避難勧告ありの回答が調査数の約10%29例しかなく、マスメディアからの入手は1例しかない²⁴⁾ことに反映されている。このように、人的被害に最も影響の大きい土砂崩壊の実情は把握されていなかったと推測される。

しかも、死者には乳幼児・高齢者など弱者の比率が高かった²⁴⁾ことを併せ考えると、住宅全壊率が10%以上と推測される地域では住民に対する平常時の防災教育（訓練）の徹底とともに災害時の早めの避難指示等の必要性が特に強調されるべきである。

2) 避難とこれに関わるいくつかの条件

避難状況も死者の発生状況と同様に要因に支配されていると考えられる。そこで、要因別に単純集計した結果²⁴⁾を表－５に示す。

表－５ 避難状況といくつかの要因との関係

避難状況	過去の被害経験		過去の避難経験		避難時のリーダー		避難勧告	
	有	無	有	無	有	無	有	無
全員した (%)	5 (14)	47 (22)		52 (22)	41 (21)	11 (20)	16 (55)	35 (17)
しなかった (%)	31 (86)	163 (77)	7	187 (77)	150 (78)	44 (79)	13 (45)	172 (82)
一部がした (%)		3 (1)		3 (1)	2 (1)	1 (2)		3 (1)
計	36	213	7	242	193	56	29	210
	n.s.		n.s.		n.s.		p* < 0.05	

そして、前述のように、避難経験を削除し、避難状況のうち一部避難していたを除いて、数量化Ⅱ類による避難の有無の要因分析結果を表－６に示す。相関比が0.11と低く、あてはまりがよくないようであるが、的中率を求めると67%となり、中程度とはいえる。この場合には、避難する方向に有効に作用するのはカテゴリーウェイトが負の側であるので、住宅全壊率2.5%以上、避難勧告ありが避難したに有効に作用し、その他は避難行動に有効に作用していない。

なお、避難状況のうち一部避難したを避難したに組み入れても、結果はほとんど変わらない。被害経験と避難経験をに入れ替えて解析を行った場合、相関比がさらに小さくなる。また、避難経験を表－６の要因に付加した解析では、その偏相関係数は上記要因の中で

が一番小さく寄与の度合いはさらに低くなる。避難状況の解析から住家全壊率を除くと、相関比が0.066、的中率が50%わって46%となり、分析の意味が失われる。

表－６ 数量化Ⅱ類による避難の有無の要因分析結果
相関比0.11

関連要因	度数	カテゴリーウェイト	偏相関係数
住宅の全壊率 0～2.5%未満 2.5～10%未満 10%以上	68	0.46	0.10
	86	-0.26	
	82	-0.11	
過去の被害経験 有 無	33	0.33	0.04
	203	-0.05	
避難時のリーダー 有 無	182	0.02	0.01
	54	-0.08	
避難勧告 有 無	29	-2.54	0.31
	207	0.36	

一般には、過去に被害経験があれば、災害時に適切に対応し易く、被害とくに人的被害の軽減が可能と考えられがちである。そして、前述のように過去の被害経験が死者の減少に有効に働いたようではあるが、必ずしも災害発生前に避難行動を起こしたとの結果にはなっていない。そして、災害時に災害経験を生かした避難以外の有効な行動については明確にならなかった。同じことがリーダーありについてもいえる。

前述のように、避難勧告は、防災本部からのではなく、隣人、自治会の役員などからの自主的なものが多かったので、住宅全壊率2.5%以上は避難に有効に作用したというより、むしろ恐怖のために避難せざるを得なかったと読み、避難場所やそこにいたるルートの確保が必要となる。

また、災害事後の退避行動理由を整理する²⁴⁾と、急激な出水（浸水）（土石流19例、斜面崩壊10例）や、表面土砂の滑落に伴う音（1例ずつ）のいわゆる前兆現象の回答があった。この直後に退避行動をとった場合には、世帯単位での死者発生率が16%、前述の災害発生前に避難した世帯の17%とほぼ同じである。つぎに、2度にわたって崩壊（1例ずつ）とするものがあり、斜面崩壊の1例では死者が発生している。最後のは、前兆現象などがあっても気がつかなかったのかもしれないが、土砂が流入すれば死者率は38%と高い。また、複数の在宅者全員が死亡した世帯（8例）の特徴は、皆山側にあって大規模な崩壊により土砂の直撃を受けている。残された家族からのヒヤリングでは、「小さい子供がいるので、避難しないで様子を見ていた」、「近くでは一番安全と人が自宅に避難してきていた」……とされ、退避行動を取っていない。このように、例数が少なく信頼性に欠けるが、事前に避難ができなくても前兆現象などで状況判断できる場合もあり、その時には人的被害が軽減されている。

したがって、災害時の避難行動には、居住地域内に公的避難場所は必要であるが、この場合であっても前兆現象の直後に退避行動のできる近くの避難場所が望まれるので、地域の構造物の中で相対的に土砂災害環境が良好で構造強度が高く、安全と判定される複数の構造物を探し出し避難所として検討すること、そして、避難ルート上の危険な斜面を補強するなどして地域の土砂災害に対する安全性を向上させることがより実情に即すると思われる。

4 ま と め

以上結論的内容を要約すれば、次のようになるう。

- (1) 住宅全壊棟数 H_c は、単位面積 (km^2) 当たりの戸建て住宅棟数 D_h 、単位面積当たりの土砂崩壊発生数 D_g から $H_c = 1.1 \times D_h^{0.14} \times D_g^{0.30}$ として得られる
- (2) 住宅全壊率が10%以上と推測される地域では人的被害が発生しやすい傾向があるので、そのような地域の住民には平常時の防災教育（訓練）の徹底や災害時の早めの避難指示等の必要性がとくに強調される
- (3) 住宅全壊率が2.5%以上と推測される地域では、避難場所やそこにいたるルートの確保が必要となる。
- (4) 災害時の避難には、居住地域内で相対的により安全と判定される複数の避難所の検討と避難ルート上の危険な斜面の補強など地域の土砂災害に対する安全性を向上させることが必要不可欠である。

以上より、土砂崩壊に対する土地要因・住宅などの脆弱性を補うためには、宅地の選定、崩土防壁等の構築等のほか、平常時からの避難訓練や情報伝達手法等をきめ細かく検討し、ハードからソフトに到る一貫した体制により備える必要がある。

謝 辞

大きな被害を受けたにもかかわらず、調査に御協力頂いた回答者の方々、調査、データ整理等に協力してくれた58、59年度ゼミ生諸君に感謝したい。そして、本報告をまとめるにあたって、終始懇切に御指導して頂いた東京都立大学都市研究センター望月利男博士、同理学部松田磐余博士に感謝したい。

参 考 文 献

- 1) 伊勢田哲也・棚村由彦・川内俊英：「数量化理論を用いた土石流災害に関する統計学的考察」, 長崎大学工学部研究報告, 第14巻 第22号, 71~79頁
- 2) 棚橋由彦・伊勢田哲也・持下輝雄：「土石流の事例解析と発生予測法の一試案について」, 昭和57年長崎豪雨災害の解析及び防災対策に関する研究, 67~79頁, 1985年
- 3) 樗木武・平田登基男・藤本繁雄：「土石流発生危険度の一判定法」, 土木学会年次学術講演会梗概集, 40巻第3部, 153~154頁
- 4) 阿部昌彦：「長崎豪雨災害における斜面災害と地

- 形・地質条件」, 建設省土木研究所発表会資料, 22回, 21~24頁, 1983年
- 5) 伊勢田哲也・棚橋由彦・山本芳裕:「長崎豪雨における緩斜面の崩壊機構」, 土質工学会論文報告集, vol.25 No.2, 173~184頁, 1985年
- 6) 山田正雄・田中清司・申潤植:「山腹斜面崩壊に関する物理モデルの適用について」, 新砂防, vol.38, No.6 (143), 17~25頁, 1986年
- 7) 小森清司・末岡禎祐・崎山毅・福地信義・蓼原真一:「建築構造物の被害」, 昭和57年7月長崎豪雨による災害の調査報告書, 111~124頁, 1982年
- 8) 白砂剛二:「長崎豪雨による建築物の被害(その1)」, 環境論叢, 65~71頁, 1983年
- 9) 宮原和明:「長崎豪雨による建築物の被害(その2)」, 環境論叢, 72~77頁, 1983年
- 10) 岡林隆敏・高橋和雄:「人的被害・災害情報の伝達」, 昭和57年長崎豪雨による災害の調査報告書, 125~137頁, 1982年
- 11) 東京大学新聞研究所「災害と情報」研究班:「1982年7月長崎水害における組織の対応」—情報伝達を中心として—, 52~53, 121~122頁, 1983年
- 12) 東京大学新聞研究所「災害と情報」研究班:『「1982年7月長崎水害」における住民の対応」, 25~30, 1984年
- 13) 今本博健・石垣泰輔・大年邦雄:「昭57. 7長崎水害における避難行動選択への影響要素について」, 自然災害科学 3—1, 22~33頁, 1984年
- 14) 今本博健:「水害時の情報伝達と避難行動について」, 自然災害特別研究突発災害研究成果, NoB—57—3, 昭和57年7月豪雨災害に関する調査研究, 125~132頁, 1983年
- 15) 長崎市大水害編さん委員会:「長崎市 7. 23大水害誌」, 長崎市役所, 2~3, 36~37, 90, 121頁, 資—54~59頁, 1984年
- 16) 長崎市:「長崎市統計年鑑」, 第27回, 人口20~23頁, 1981年
- 17) 長崎市防災会議:「長崎市地域防災計画(昭和63年修正)」, 1988年
- 18) 花井徳寶:「長崎市における地盤の性質に関する研究」(その1. 平地緩傾斜地の地盤の性質に関する調査的研究), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2009~2010頁, 1978年9月
- 19) 長崎県土木部編:「7. 23長崎大水害誌」, 長崎県土木部砂防課, 1983年
- 20) 科学技術庁資源調査所:「昭和57年7月豪雨および同年の台風10号に伴う水害が残した教訓」, 資料第109号, 86~98頁, 1983年
- 21) 望月利男・花井徳寶・松田磐余:「昭和57年長崎豪雨における被害状況ならびに土石流・斜面崩壊に関する判別解所」, 総合都市研究 第23号, 116~143頁, 1984年
- 22) 長崎市役所:「家屋被害原簿」, 1982年
- 23) 望月利男・花井徳寶:「1983年山陰豪雨による土砂災害と人的被害」, 第4回自然災害科学会学術講演要旨集, 79~80頁, 1985年
- 24) 花井徳寶:「長崎豪雨時の全壊住宅居住者について—その1. 災害の種類と人的被害—」, 長崎総合科学大学紀要, 29巻1号, 1988年
- 25) 駒沢 勉:「多元的データ分析の基礎」(現代人の統計—7), 40~70頁, 朝倉書店, 1984年
- 26) 奥野忠一他:「多変量解析法」, (株)日科技連出版社, 259~302頁, 1973年